

STUDY ON STARTING MODE OF POWERFULL ASYNCHRONOUS MOTORS

Ginko Angelov Georgiev
Burgas Free University

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПУСКОВ РЕЖИМ НА МОЩНИ АСИНХРОННИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ

д-р инж. Гинко А. Георгиев
Бургаски свободен университет

Анотация: В доклада са представени резултати от симулационно изследване на мощни асинхронни електрозадвигвания на потопяеми помпени агрегати. Оценени са провалите на напрежението върху захранващите шини в пусков режим на съизмерими по мощност асинхронни електрозадвигвания със захранващия трафопост. Въз основа на направен анализ е предложено рационално технико-икономическо решение за управление пусковия режим на подобен вид електрозадвигвания. Ограничен е провала на напрежението при дадените съотношения на мощностите на захранващия източник и потребителите и е минимизирано негативното му влияние. Това е постигнато посредством обосновано използване на софтверно пускане на електрозадвигванията.

Ключови думи: пусков режим, електрозадвигване, провал в напрежението, съизмерима мощност, софтвер.

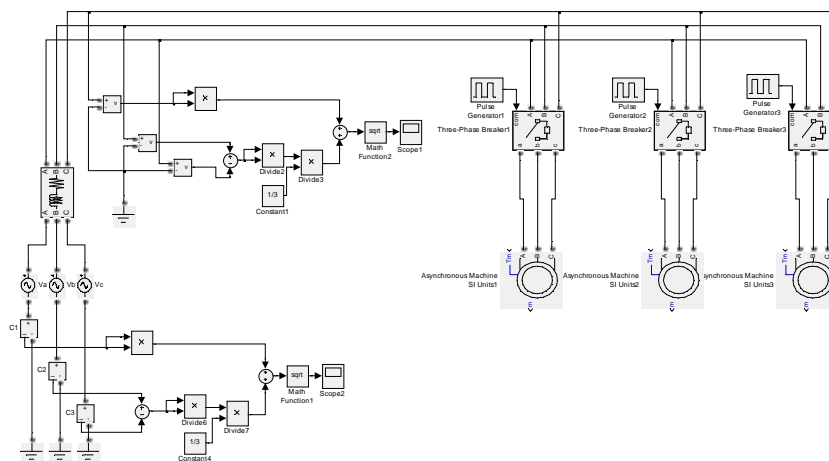
Обект на изследване

Обект на изследване в настоящия доклад се явяват пускови режими на асинхронни електрозадвигвания на специализирани потопяеми мотор-помпени агрегати. Тези агрегати са поставени в изградени басейни, като в тях се събират отработените води на курортен комплекс „Св. Св. Константин и Елена“. Посредством потопяемите помпи тази натрупана маса се транспортира до пречиствателна станция – Варна. Предвидени са по три мотор-помпени агрегата, като те се редуват да работят поотделно, управлявани от съответни датчици по ниво. Включват се в зависимост от нивото на натрупаните отпадни води в басейна. Помпите се задвижват от асинхронни двигатели, всеки с мощност 75kW. Помпените агрегати се захранват от трафопост 20/0.4 kV с мощност 250 kVA. Освен това основното електрозахранване се резервира и с аварийен дизелгенератор със същата мощност. Целта на симулационното изследване се състои в извършване на оценка на възможностите за включване на мощните електрозадвигвания към захранващата мрежа. Поради съществуване на съизмеримост между мощността на захранващия източник и пусковата мощност на отделните електрозадвигвания е необходимо да се оценят провалите на напрежението на шините на силовия трансформатор в пусков режим на мотор-помпените агрегати. Големината на тези провали предопределя възможните технически решения за управление на пусковия режим при посочените по-горе мощности на захранващия източник и електрозадвигванията.

Резултати от изследването

Симуляционното изследване е осъществено в среда на Matlab-simulink, която е особено подходяща за подобни цели, поради обстоятелството, че съдържа достатъчно развита библиотека от силови и измервателни модули. Изследването обхваща два основно възможни варианта на включване на електрозадвижванията към захранващия източник: директно включване и включване през техническо средство за управление на пусковия режим на мотор-помпените агрегати.

Електрическата силова схема на захранващия източник и мотор-помпените агрегати при директно включване на електрозадвижванията е показано на фиг. 1.



Фиг. 1. Силовa схема за директно пускане на мотор-помпените агрегати

За да се оценят процесите които настъпват в захранващия източник при директно пускане на мотор-помпените агрегати, са заснети както протичащите токове, така и получавания провал в напрежението на шинната система на трансформатора на ниво 0.4 kV. Провалите във фазните напрежения зависят както от големината на пусковите токове, така и от момента на включване на електрическият товар по отношение на моментните стойности на захранващото напрежение. За да се избегнат тези несъответствия при определяне на максималните провали в напрежението и ударната стойност на пусковия ток, са определени измененията в модулите на изобразяващите вектори на тези електрически величини. Основание за това ни дава съществуващата права и обратна еднозначна зависимост между фазните величини ток и напрежение и техните изобразяващи вектори, а именно:

$$(1) \quad \begin{aligned} \bar{U}(t) &= \frac{2}{3}(u_a + au_b + a^2u_c) \\ \bar{I}(t) &= \frac{2}{3}(i_a + ai_b + a^2i_c) \end{aligned}$$

където: $u_a, u_b, u_c, i_a, i_b, i_c$, – представляват моментните стойности на напреженията и токовете съответно във фаза a, b, и c

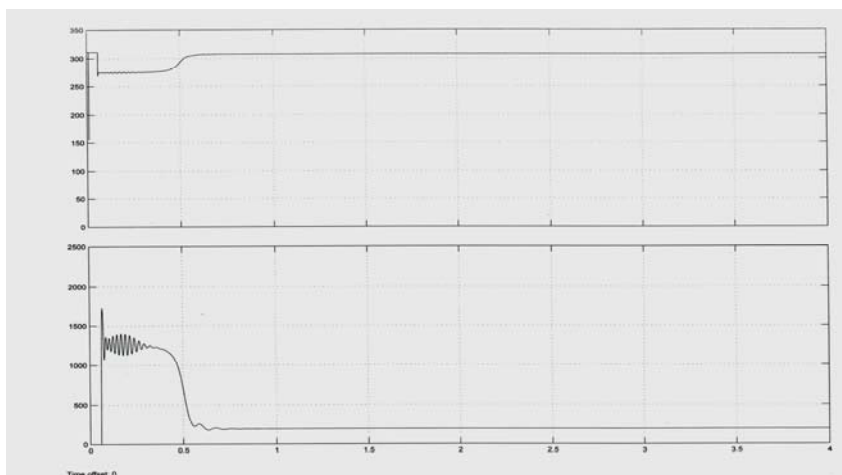
$$a, a^2 \text{ – оператори: } a = e^{j\frac{2\pi}{3}}; a^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}}$$

Модулите на изобразяващите вектори $|\bar{U}|$ и $|\bar{I}|$ могат да се представят посредством изразите (1) във вида:

$$(2) \quad |\bar{U}| = \sqrt{u_a^2 + \frac{(u_b - u_c)^2}{3}}$$

$$|\bar{I}| = \sqrt{i_a^2 + \frac{(i_b - i_c)^2}{3}}$$

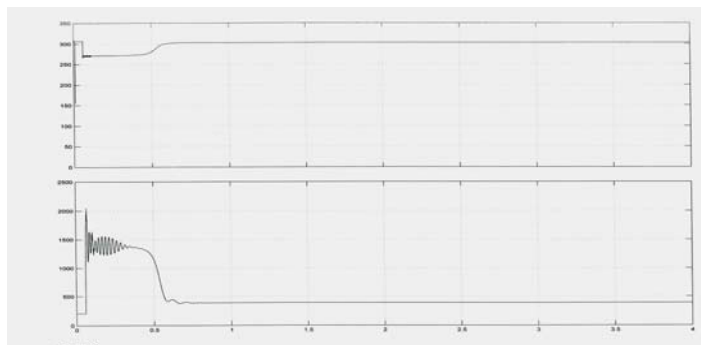
Като се вземат под внимание изразите (2), то по време на пусковия режим на асинхронното електрозадвигване, изменението на модулите на изобразяващите вектори по напрежение и ток се получават във вида, отразен на фиг. 2. при директно включване само на един помпен агрегат.



Фиг. 2. Изменение модула на изобразяващия вектор на напрежението и тока при директно пускане на един помпен агрегат

От получените резултати се вижда, че провалът в напрежението на шините на захранващия източник достига 12,5% от номиналното напрежение, а големината на ударната стойност на пусковия ток превишава повече от 9 пъти номиналния ток на двигателя. Стойностите на провал в напрежението превишават нормативно допустимите стойности от -10% U_n , което е недопустимо.

При постоянно включен един и включване на още един помпен агрегат, провала в напрежението и големината на пусковия ток имат вида, показан на фиг. 3

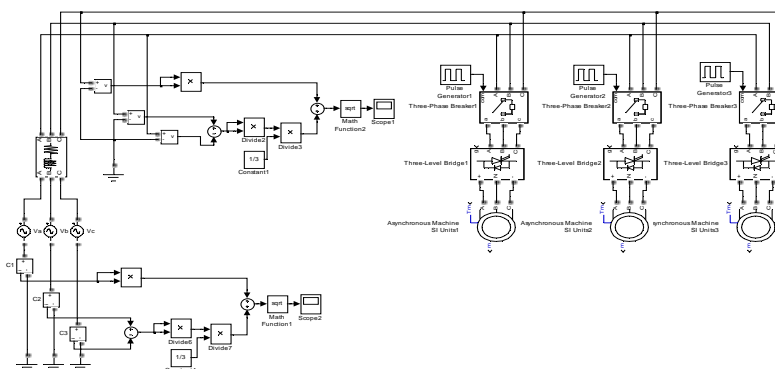


Фиг. 3. Изменение модуля на изобразяващия вектор на напрежението и тока при един постоянно включен и включване на още един помпен агрегат

От получения резултат се вижда, че провалът в напрежението се увеличава на около 14.6% от номиналното напрежение. Резултатите с провала на напрежението са още по-неблагоприятни тогава, когато работят постоянно два агрегата и се включва трети такъв.

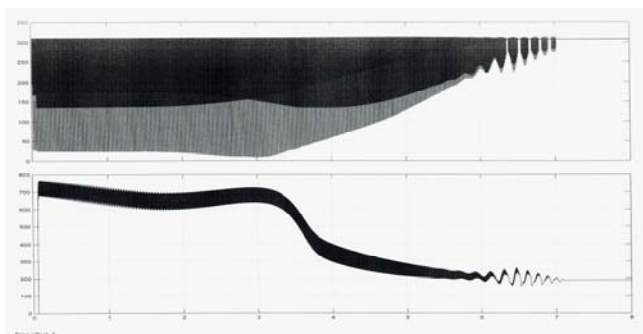
За да се реши проблемът с наднормативно получаваните провали в захранващото напрежение, в пусков режим на мощни асинхронни електродвигатели се прилагат различни методи и средства като: увеличаване мощността на захранващия източник, реакторно пускане на асинхронните двигатели, пускане с автотрансформатори при понижено напрежение и др. методи [1], които в конкретния случай се явяват технически икономически неефективни. Използваният в [2] подход е перспективен, но изисква допълнително прецизиране за неговото приложение.

С навлизането на силовата полупроводникова техника в практиката, особено перспективни за решаването на подобен род проблеми при пускането на асинхронни двигатели се оказват тиристорните регулатори на напрежение познати като софстартери [3]. На Фиг. 4 е показана електрическа схема на софстартерно пускане на асинхронните електродвигатели на мотор-помпени агрегати посредством софстартери.



Фиг. 4. Силова схема със софстартерно пускане на мотор-помпени агрегати

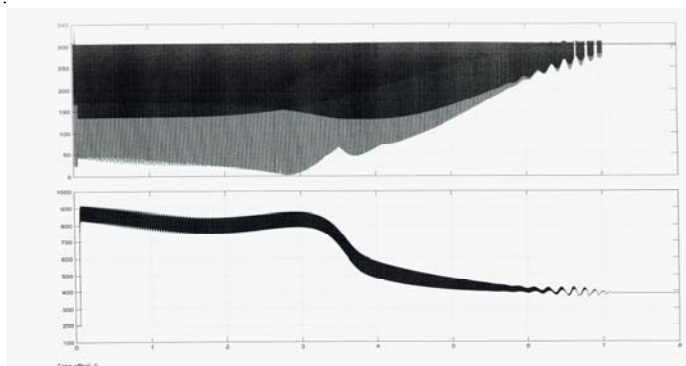
Резултати от изследването на асинхронното електрозадвигване в пусков режим на един мотор-помпен агрегат включван посредством софстартер са показани на фиг.5.



Фиг. 5. Изменение модуля на изображаващия вектор на напрежението и тока при включване на един помпен агрегат посредством софстартер

От фигурата се вижда, че напрежението на шините на захранващия трансформатор остава практически непроменено, но съдържа висши хармоници породени от не-синусоидалния ток потребяван от асинхронното задвигване със софстартер. Тези висши хармоници нямат съществено енергетично значение за асинхронното задвигване. С тях трябва да се съобразяваме, когато в близост работи електронна апаратура. От графиките може да се констатира и че ударният ток при развъртането на асинхронния двигател е намалял на половина, а пусковият ток по време на развъртането е в границите на около три пъти номиналния ток на двигателя. Получените резултати показват, че посредством софстартерно пускане на асинхронно електрозадвигване на мотор-помпния агрегат се решава проблема с появата на недопустимия провал в напрежението в сравнение с директното такова.

На фиг. 6 са показани получени резултати при едно работещо асинхронно електрозадвигване и софстартерно пускане на второ електрозадвигване на мотор-помпен агрегат.



Фиг. 6. Изменение на модуля на изображаващия вектор на напрежението при едно работещо електрозадвигване и софстартерно пускане на второ електрозадвигване

От получените резултати, показани на фиг.6, може да се заключи, че посредством софтверното пускане се удовлетворяват изискванията по отношение на провалите в напрежението в преходен режим на работа на асинхронните електрозадвигвания.

Заключение

Разработеният симулационен подход за изследване на софтверно управление на асинхронни електрозадвигвания показва работоспособност в пусков режим на работа на мотор-помпените агрегати в пречиствателна станция за отпадъчни води-Варна. Използването на този подход дава възможност за прецизиране на настройките на софтверите за всеки конкретен обект на асинхронно ел. задвижване. Прилагане на изобразяващите вектори на напрежението и тока рационализират оценъчните възможности за поведението на асинхронните задвижвания в преходен режим на работа.

Литература:

1. Минчев Д. Ст., „Основи на електрозадвижването”, Държавно издателство „ТЕХНИКА”, София, 1973.
2. Георгиев Г., „Изследване на възможности за въздействие върху енергийната ефективност в корабни електроенергийни системи” Дисертационен труд, ВВМУ – Варна 2012 г.
3. Schneiderelectric, Moeller, Проспектни материали за софтвери.